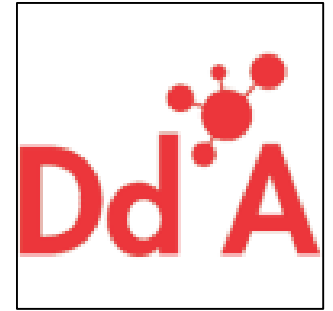


Fisica Tecnica (Modulo 1)- LM4

Fisica Tecnica – L23

A.A. 2021-2022





Lezione n. 1

Grandezze fisiche e sistemi di unità di misura



Sistema fisico: porzione di **spazio** contenente **materia** delimitata da una **superficie di confine** attraverso la quale interagisce con l'ambiente circostante

Materia costituita da un **numero elevatissimo molecole**.

Approccio **MICROSCOPICO** → conoscenza del **comportamento** delle **single molecole** (posizione e quantità di moto).

Esempio:

1 mm³ di O₂ in condizioni standard (p = 1 atm, t = 20 °C) contiene un numero di molecole dell'ordine di 3x10¹⁶



3 coordinate spaziali e tre componenti della quantità di moto di ciascuna molecola



6 x 3 x 10¹⁶ relazioni necessarie



Termodinamica statistica: comportamento medio delle particelle.

Approccio **MACROSCOPICO**: materia vista come un **continuo**.

Tiene conto di **proprietà macroscopiche** rilevabili con i **sensi**, legate a quelle microscopiche delle molecole, ma più facilmente **misurabili o calcolabili**.

Ipotesi di CONTINUO tanto più **attendibile** quanto **più grande** è la **dimensione** del sistema rispetto al **cammino libero medio delle molecole**: distanza media che una molecola percorre prima di urtare con un'altra molecola.

Esempio:

- $1 \text{ mm}^3 \text{ O}_2$ in condizioni standard ($20 \text{ }^\circ\text{C}$ e 1 atm): cammino medio libero = $6.3 \times 10^{-8} \text{ m}$

ipotesi pienamente verificata (numero elevatissimo di molecole).

- $1 \text{ mm}^3 \text{ O}_2$ a $t < -74 \text{ }^\circ\text{C}$ e $p < 1 \times 10^{-3} \text{ atm}$ (100 km di altitudine): cammino libero medio $\cong 0.1 \text{ m}$

ipotesi non verificata.

La termodinamica classica adotta l'approccio macroscopico.

Caratteristiche definibili mediante **GRANDEZZE FISICHE**.

Grandezza fisica: entità che descrive delle **proprietà** di un **sistema** fisico o del suo **comportamento**.

Es. VOLUME: spazio occupato da un corpo o da un sistema

TEMPERATURA: indice macroscopico dell'agitazione molecolare del sistema

FORZA: interazioni che hanno luogo tra due corpi o tra due sistemi

Grandezze omogenee: esprimono la medesima proprietà

A **grandezze omogenee** è possibile associare una **caratteristica astratta** che le accomuna:

DIMENSIONE → GRANDEZZE DIMENSIONALI

Es. lunghezza di un corpo, spazio percorso da un corpo in movimento, distanza tra due punti ...

*Proprietà fondamentale comune: **dimensione lineare***

Per **definire una grandezza dimensionale** occorrono:

- Un valore numerico
- Una unità di misura

Esempio:

Distanza tra PE e ROMA: 200 km

La **dimensione di una grandezza** si esprime con una **lettera** compresa **tra parentesi quadre**: ad esempio, la dimensione **“lunghezza”** si esprime con il simbolo **[L]**.

Grandezze ADIMENSIONALI: non hanno dimensione.

Valore esprimibile con un numero puro.

Esempio:

Coefficiente di riflessione di una superficie r : $0 < r < 1$

Sistemi di Unità di Misura: SISTEMA INTERNAZIONALE (SI): dal 1971 ufficialmente adottato in Europa e universalmente accettato nel mondo

Grandezze fondamentali del SISTEMA INTERNAZIONALE usate in termodinamica

Grandezza	Simbolo	Dimensione	Unità di misura
Lunghezza	L	[L]	metro (m)
Massa	M	[M]	kilogrammo (kg)
Tempo	t	[t]	secondo (s)
Temperatura	T	[T]	Kelvin (K)

Grandezze derivate del SISTEMA INTERNAZIONALE usate in termodinamica

Grandezza	Simbolo	Dimensione	Unità di misura
Superficie	S	[L] ²	metro quadrato (m ²)
Volume	V	[L] ³	metro cubo (m ³)
Densità	ρ	[M][L] ⁻³	kilogrammi su metri cubi (kg/m ³)
Velocità	v	[L][t] ⁻¹	metri al secondo (ms ⁻¹)
Accelerazione	a	[L][t] ⁻²	metri al secondo quadrato (ms ⁻²)
Forza massa per accelerazione	F	[M][L][t] ⁻²	Newton (N)
Pressione forza su superficie	p	[M][L] ⁻¹ [t] ⁻²	Pascal (Pa)
Lavoro/Energia Forza per spostamento	L/E	[M][L] ² [t] ⁻²	Joule (J)
Potenza Lavoro o energia nell'unità di tempo	W	[M][L] ² [t] ⁻³	Watt (W)

Regole formali da rispettare nell'uso delle unità di misura

Notazione esponenziale per la misura di superfici e di volumi:

m^2 e non mq (metri quadri)

m^3 e non mc (metri cubi).

Simboli non puntati:

Es. "uno spazio di 10 m" e non "uno spazio di 10 m."

Simboli letterali con la **minima lunghezza** possibile:

Es. unità di tempo: secondo, simbolo "s" e non "sec".

Prefisso k che indica il multiplo 1000 (**kilo**) con la **lettera minuscola**, per non confonderlo con il simbolo **K** (Kelvin) della temperatura assoluta.

Simbolo K (Kelvin) **non preceduto** dal simbolo $^{\circ}$ indicante il grado.

Unità di misura espresse con il **simbolo** solo se **accompagnate** da un **valore numerico**, **in caso contrario** indicate **per esteso**;

Es. "...Ho percorso in bicicletta alcuni chilometri..." e non "... Ho percorso in bicicletta alcuni km..."

Simboli con la lettera maiuscola se sono le iniziali di **nomi propri**

Esempio:

N (Newton), **Pa** (Pascal), **W** (Watt), **J** (Joule)....

Simboli con la lettera minuscola se l'unità è scritta per esteso (newton, pascal, watt...).

Esempio:

Una potenza di **molti watt**

Separatore decimale ufficiale nell'SI: **virgola** e non punto.

Alcune **unità di misura** appartenenti al **Sistema Tecnico** degli Ingegneri (ST) ancora comunemente utilizzate

Grandezza	Unità	Simbolo	Equivalenza
Forza	kilogrammo-peso	k _p	1 k _p = 9,807 N
Calore	caloria	cal	1 cal = 4,186 J
Potenza	kilocaloria/ora	kcal/h	1 kcal/h = 1,163 W

Unità di misura del **calore** nel Sistema Tecnico: **Caloria**

Fattore di conversione: 4,186 comunemente chiamato *“equivalente meccanico della caloria”*.

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

Nel **Sistema Internazionale tutte le forme di energia** misurate in **Joule (J)**.

Fattore di conversione per la misura della **potenza**

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J} \Rightarrow 1 \text{ kcal} = 4186 \text{ J} \Rightarrow 1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 4186 \frac{\text{J}}{\text{h}} = \frac{4186 \text{ J}}{3600 \text{ s}} = 1,163 \text{ W}$$

$$1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 1,163 \text{ W} \Rightarrow 1 \text{ W} = 0,86 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Unità di misura della **pressione** nel Sistema Internazionale (SI): **Pascal (Pa)**

Altre unità di misura della pressione comunemente utilizzate:

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

$$1 \text{ bar} = 100000 \text{ Pa} \Rightarrow 1 \text{ atm} = 1,01325 \text{ bar}$$

$$1 \text{ mmHg} = 133,3 \text{ Pa}$$

Numero di cifre decimali necessario ad esprimere la **misura di una grandezza**:

Il numero di cifre significative della misura di una grandezza dipende dal **grado di incertezza** con cui viene effettuata (**errore** rispetto alla misura vera della grandezza in oggetto) dipendente da **cause accidentali o sistematiche**.

Non ha senso utilizzare **un numero di cifre significative più elevato** dell'ordine di incertezza con cui viene eseguita la misura stessa.

Es. Temperatura letta da un termometro con un ordine di incertezza del decimo di grado:

$$t = 29,52 \text{ } ^\circ\text{C (errata)}$$

$$t = 29,5 \text{ } ^\circ\text{C (corretta)}$$

Troncatura delle cifre decimali:

Fissato il numero di cifre significative, se il **valore della cifra immediatamente seguente l'ultima cifra significativa è minore o uguale a cinque**, si lascia **invariata l'ultima** cifra significativa **altrimenti si aumenta di una unità**.

Esempio:

m: numero di cifre significative, stabilito in base al grado di incertezza della misura

Misura della grandezza: **x = 9,8759432**

$$m=3; \quad m+1 \text{ esima cifra} = 5 \quad \Rightarrow \quad x = 9,87$$

m esima cifra invariata

$$m=4; \quad m+1 \text{ esima cifra} = 9 \quad \Rightarrow \quad x = 9,876$$

m esima cifra aumentata di una unità

$$m=5; \quad m+1 \text{ esima cifra} = 4 \quad \Rightarrow \quad x = 9,8759$$

m esima cifra invariata

Somma o differenza tra valori numerici di diverse **grandezze omogenee** con **diverso numero di cifre significative**.

E' necessario **esprimere tutti i valori** in oggetto con lo **stesso numero di decimali**, pari a quello del valore numerico che ne ha di meno.

Es. Sommare le misure di massa:

4,87 kg, 0,0193 kg e 43,2 kg.

Numero di decimali minimo = 1, pertanto è necessario eseguire le seguenti operazioni di troncatura:

$$4,87 \rightarrow 4,9$$

$$0,0193 \rightarrow 0,0$$

$$43,2 \rightarrow 43,2$$

Somma: $4,9 + 0,0 + 43,2 = 48,1$

L'operazione di troncatura ha reso **non significativa** la **seconda misura** rispetto alla prima e alla terza.